



**ARTIGO 293**  
**NECESSIDADE DOS PEIXES EM VITAMINAS**  
*Vitamins requirement in fishes*

Lucas Pedro Gonçalves Junior<sup>1</sup>, Jose Gilmar da Silva Souza<sup>2</sup>, Pedro Pierro Mendonça<sup>3</sup>

**RESUMO:** Pelo fato das vitaminas, atuarem no sistema de defesa dos animais e tendo em vista sua importância na composição das rações para peixes, vários estudos foram realizados com a finalidade de verificar a relação entre as vitaminas e a resistência ao estresse. Nesse sentido, podem ser citados os benefícios da suplementação com vitamina E associada à vitamina C na resposta inflamatória aguda. No entanto, a deficiência de vitaminas não resulta em sinais clínicos específicos, e sim num conjunto de anomalias, como o mal funcionamento do metabolismo energético está associado ao não atendimento do requerimento de vitaminas do complexo B. Foi verificada divergências quanto aos níveis de recomendação, fato que pode ser explicado pelas particularidades das espécies estudadas, hábito alimentar, condições experimentais e duração do estudo. Assim, objetivou-se apresentar uma revisão sobre a influência das vitaminas no crescimento, resposta imunológica, assim como os níveis indicados de inclusão das principais vitaminas.

**Palavras Chave:** Estresse; Nutrição; Sanidade.

**ABSTRACT:** Vitamins act in the defense system of animals and considering this importance in the composition of fish diet, several studies were conducted in order to verify the relation between vitamins supply and resistance against stress. The benefits of supplementation of vitamin E may be quoted associated with vitamin C in the acute inflammatory response. However, vitamin deficiency does not result in specific clinical symptoms, but in a set of anomalies, such as the case of the vitamin B complex, where the unmet needs are related to malfunction of energy metabolism. Was observed divergence in levels of recommendation, which may be explained by the peculiarities of the species studied, eating habits, experimental conditions and duration of the study. The objective is to present a review of the influence of vitamins on growth, immune response, and the indicated levels of inclusion of main vitamins.

**Key words:** Stress; nutrition; sanity.

<sup>1</sup>Mestrando em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Espírito Santo, Bolsista CAPES, CCA-UFES, CEP 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil: juniorvezula@hotmail.com

<sup>2</sup>Mestrando Ciência Animal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos do Goytacazes – Rio de Janeiro, jgilmar.souza@gmail.com

<sup>3</sup>Professor Dr. Instituto Federal do Espírito Santo-Campus de Alegre-Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais, ppmendonca@ifes.edu.br



## INTRODUÇÃO

Os lipídios, minerais, carboidratos, proteínas e vitaminas são necessários em proporções adequadas para suprir as necessidades fisiológicas dos animais (Fernades Junior *et al.*, 2010). O cultivo de qualquer organismo aquático em sistema intensivo requer uma dieta nutricionalmente completa, pois nessa situação a disponibilidade de alimento natural é limitada, sendo as necessidades nutricionais atendidas exclusivamente pelas dietas balanceadas.

Assim como em outros animais, entre os nutrientes que compõe as dietas dos peixes as vitaminas correspondem às menores proporções e participam de todos os processos metabólicos vitais (Freitas *et al.*, 2010). Poucas vitaminas são substâncias únicas, quase todas são famílias de substâncias químicas que atuam em diversas etapas do metabolismo. O nome comum da vitamina representa uma descrição genérica para todos os compostos de um grupo de mesma função biológica (Bacconi, 2009). As vitaminas são compostos orgânicos que devem ser suplementados na dieta, pois os peixes não são capazes de sintetizar em quantidade suficiente.

O estado nutricional desempenha um papel de grande importância na defesa do organismo contra a invasão e estabelecimento de muitas doenças, de maneira que estimula o sistema de defesa dos peixes mantidos em um ambiente estressante (Dugenci *et al.*, 2003). Pelo fato das vitaminas, atuarem no sistema de defesa dos animais e tendo em vista sua importância na composição das rações para peixes, vários estudos foram realizados com a finalidade de verificar a relação entre as vitaminas e a resistência ao estresse (Hardie *et al.*, 1991; Mello *et al.*, 1999; Chien e Hwang, 2001; Falcon, *et al.*, 2007; Martins *et al.*, 2008; Lee, *et al.*, 2013).

Entretanto, a grande problemática da suplementação vitamínica para peixes, esta relacionado à estabilidade desses compostos. Da fabricação da ração até o momento que ela é ingerida pelos peixes, o alimento é exposto a diversos fatores que podem interferir na sua estrutura e composição nutricional como temperatura, luz, oxigênio,

umidade e pH do meio. Sendo estes os principais fatores que contribuem para a degradação das vitaminas (Correia *et al.*, 2008).

As vitaminas podem ser classificadas em hidrossolúveis e lipossolúveis (NRC, 2011). As vitaminas hidrossolúveis exercem, principalmente, função de coenzimas, sendo pertencentes a essa classe as vitaminas do complexo B e a vitamina C. Já as vitaminas A, D, E e K são lipossolúveis que também atuam como coenzimas, entretanto, em certos casos, podem funcionar como enzimas isoladas.

Assim, objetivou-se apresentar a influência das vitaminas no crescimento, resposta imunológica, assim como os níveis indicados de inclusão das principais vitaminas.

## VITAMINA A

A vitamina A é crucial em inúmeros processos fisiológicos necessários para o bom funcionamento do organismo. Ela está envolvida na diferenciação celular, é essencial para o desenvolvimento embrionário, na produção de células epiteliais, e o funcionamento das células de defesa em resposta a patógenos (NRC, 2011). São denominados vitamina A todos os compostos que possuem atividade biológica de retinol, sendo a vitamina A1 (retinol) e a vitamina A2 (3-dehidroretinol).

Estudos revelam que os carotenoides  $\beta$ -caroteno e cantaxantina podem ser biotransformadas, no fígado de tilápias, em vitamina A1, e que dihidrocarotenóides, tal como astaxantina, zeaxantina, luteína e tunaxantina, são diretamente convertidos em vitamina A2 (Katsuyama e Matsuno, 1998). Segundo Amar *et al.*, (2001) essas conversões desses compostos em vitaminas A é mais intensa quando há deficiência dessa, no corpo do animal.

A deficiência de vitamina A em truta arco-íris resultou em anemia, deformidades da cavidade opercular, e hemorragia nas nadadeiras (Kitamura *et al.*, 1967). Em outro estudo foi observado anorexia, alterações na cor do corpo, hemorragias e exoftalmia, quando as carpas foram alimentadas por oito



semanas com dietas deficientes em vitamina A (Aoe *et al.*, 1968). Segundo Hemre *et al.*, (2004), os melhores resultados para crescimento, sobrevivência, retenção de vitaminas e de conversão para vit. A1 e vit. A2, de juvenis de sunshine bass (*Morone chrysops* ♀, *M. saxatilis* ♂) foram encontrados para os animais alimentados de 509 a 40.516 µg/Kg da dieta. Mostrando valores muito distantes para suplementação de rações com vit. A.

Em contra partida, para alevinos de salmão (*Salmo salar* L.) foram encontrados sinais de rejeição a vitamina A, tais como redução de depósitos de gordura, tamanho do fígado e do crescimento, para os grupos que receberam 122 e 938 mg/Kg. Os sinais de toxicidade da vitamina A, como aumento da mortalidade, crescimento anormal da vértebra e redução do crescimento foram encontrados em grupos que receberam 938 mg/Kg (Ørnsrud *et al.*, 2002). Estes autores sugeriram que o excesso de vitamina A na fase inicial de vida do salmão do Atlântico é prejudicial para o desenvolvimento normal.

Hilton *et al.*, (1983) recomendou nível máximo de inclusão de vitamina A para a truta arco-íris de 904 mil UI/kg de ração, enquanto que os níveis acima de 2.704.000 UI/kg de dieta resultaram em efeitos tóxicos. Essas variações nas necessidades de vitamina A encontradas nos diferentes trabalhos podem estar relacionadas com a espécie estudada, preferência alimentar (herbívoro/carnívoro), duração do estudo e vitamina A no fígado no início do estudo.

## VITAMINA D

A vitamina D tem como principais funções a manutenção da homeostase do cálcio, sendo de extrema importância na absorção do cálcio pelas células do intestino, podendo atuar ainda na formação dos ossos, pele e células sanguíneas (NRC, 2011). Os peixes não possuem a capacidade de sintetizar a vitamina D, entretanto, podem armazenar grandes quantidades de vitamina D no fígado e tecido adiposo, incluindo a gordura associada com o músculo, o que torna os peixes uma importante fonte de vitamina D (Lock *et al.* 2010), na alimentação e outros

organismos de produção e dos próprios seres humanos.

A vitamina D pode ser encontrada de duas formas ergocalciferol (vitamina D2) colecalciferol (vitamina D3). Segundo Calman (1998) a vitamina D2 é obtida a partir do estímulo pela irradiação ultra-violeta, sendo produzida como um esteroide em algumas plantas, mas em grande parte em fungos. Já a vitamina D3 é sintetizada primeiramente como 7-desidrocolesterol na pele de animais quando expostos a comprimentos de onda de 290-320nm, sendo necessário mais um passo de isomerização térmica para formar a vitamina D3.

Segundo Fracalossi e Cyrino (2012) a possibilidade dos peixes sintetizar a vitamina D é inexistente, pois é pouco provável que exista uma via metabólica não fotoquímica na síntese desta vitamina, entretanto, no ambiente aquático, a comunidade de fitoplâncton que habitam a região fótica, é capaz de sintetizar essa vitamina. Como o plâncton está na base da cadeia alimentar aquática, a vitamina D está disponível para os peixes via o alimento vivo.

Coforme o apresentado no NRC (1993) a utilização de 2,4 UI de vitamina D/kg da dieta foi recomendada para o desenvolvimento normal de juvenis de peixes. Esses resultados são baseados nos requerimentos da truta arco-íris, sendo o atual valor utilizado como referência na formulação em dietas para peixes.

Launer *et al.*, (1978) concluíram que a vitamina D3 não era um ingrediente essencial da dieta de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados com uma dieta de baixa vitamina D em comparação com uma dieta controle. No entanto, este experimento foi realizado em tanques escavados com algumas fontes naturais de alimentos ricos em vitamina D3, e a dieta deficiente em vitamina D3, e a dieta deficiente em vitamina D3 ainda continha 4 µg de vitamina D3 kg/dieta. Brown e Robinson (1992) tiveram uma resposta semelhante com bagre do canal em um ambiente mais controlado, usando aquários com um fluxo através de um sistema fechado. Nesse estudo, os peixes passaram de 4 a 25 g, sendo os requerimentos mínimos determinados entre de 6,25-12,5µg de



vitamina D3/kg, baseado nas respostas de ganho de peso e conversão alimentar.

### VITAMINA E

São denominadas vitamina E as moléculas com atividade biológica do tocoferol. É constituído por quatro tocoferóis (T), os seus isômeros,  $\alpha$ T,  $\beta$ T,  $\gamma$ T, e  $\delta$ T, e quatro tocotrienóis (T3),  $\alpha$ -T3, T3- $\beta$ ,  $\gamma$ -T3 e T3- $\delta$  (Lee, et. al., 2013). Tem sido demonstrado que o aumento dos níveis dietéticos de tocoferol na alimentação de peixes reduziu a incidência de peroxidação lipídica, em uma variedade de tecidos e isso pode posteriormente proteger o peixe do estresse oxidativo e aumentar a qualidade pós-colheita do filé (Ng et. al., 2004; Wang et. al., 2006;).

A Vitamina E é predominantemente metabolizada no tecido adiposo, atuando na manutenção da estabilidade oxidativa dos ácido graxo (Lee, *et al.*, 2013). Segundo Shiau e Shiau (2001) a exigência mínima de vitamina E da tilápia é de 60mg/kg de ração. Os sinais de deficiência da vitamina E nas diversas espécies de peixes são semelhantes, tais como, distrofia muscular; necrose nas fibras do músculo branco; edema no coração, músculo e outros tecidos devido o aumento na permeabilidade capilar; despigmentação; anemia (NRC, 2011).

Também foi evidenciado efeito negativo no sucesso reprodutivo, como a fertilidade dos ovos e mobilidade espermática (Fernandez e Palacios *et al.*, 2005). Conforme Martins *et al.*, (2008) a suplementação em conjunto da vitamina E associada à vitamina C demonstrou bons resultados de resposta inflamatória aguda em alevinos de tilápia do Nilo. Segundo os resultados apresentados, a suplementação vitamínica possibilitou a maior migração de células de defesa (leucócitos e trombócitos) para o sítio inflamatório.

### VITAMINA K

A vitamina K esta associada ao processo de coagulação sanguínea e em menores proporções no transporte de cálcio pelo sangue. O termo vitamina K é utilizado como um nome genérico para um grupo de compostos que tem a atividade biológica do 2-

metil-1,4- naftoquinona (NRC, 2011). As três formas da vitamina K são: vitamina K1 ou filoquinona, encontrada nas plantas; vitamina K2 ou as menaquinoses, essas são produzidas por bactérias; K3 ou menadiona, referente às formas sintéticas.

Os principais parâmetros avaliados para determinar a necessidade de vitamina K, estão baseados no tempo de coagulação do sangue, assim como a atividade das plaquetas e concentração plasmática da vitamina K (Woodward, 1994). Entretanto, para peixes são poucos os trabalhos relacionados à utilização da vitamina K, assim como os sinais de deficiência. A necessidade de vitamina K é conhecida para poucas espécies, sendo a informação generalizada para as demais. O nível recomendado de inclusão da vitamina K em dietas para salmão é de cerca de 10mg vitamina K/kg da ração (NRC, 1981).

### VITAMINAS DO COMPLEXO B

As vitaminas do complexo B se destacam por participar de inúmeros processos metabólicos e por ser um numeroso grupo de compostos. Pertencem a esse grupo a tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), piridoxina (vitamina B6), ácido pantotênico (vitamina B5), niacina (vitamina B3), biotina (vitamina B7), ácido fólico (vitamina B9), cobalamina (vitamina B12), colina e inositol (NRC, 2011).

A riboflavina tem função intermediária no transporte de elétrons no metabolismo de oxirredução, sendo indispensável para o funcionamento de duas coenzimas a mononucleotídeo de flavina e dinucleótido de flavina/ adenina (NRC, 2011). Entretanto, as vias metabólicas de utilização da vitamina B em peixes, ainda não são completamente conhecidas, mas alguns autores já ressaltaram a importância da presença dessas vitaminas nas rações formuladas para peixes. Barros *et al.* (2006) relataram melhora nos parâmetros hematológicos em tilápia. Também foi relatado participação da vitamina B na formação dos ovócitos, desenvolvimento embrionário e larval (Izquierdo *et al.*, 2001).

As deficiências de vitaminas do complexo B não resultam em sinais clínicos



específicos, e sim num conjunto de anomalias, como o caso da tiamina, vitamina que atua como cofator de inúmeras enzimas responsáveis pela produção de energia. Nesse sentido, podemos citar o trabalho realizado por Chen *et al.* (1991), onde os animais alimentados com baixos níveis de tiamina apresentaram redução no crescimento, piora na conversão alimentar e menor sobrevivência em relação aos animais alimentados com o nível mais adequado de tiamina.

Outra vitamina do complexo B que merece destaque é o ácido pantotênico. Conforme o apresentado no NRC (2011), o ácido pantotênico é componente da coenzima A (CoA). A coenzima A é requerida nas reações em que as cadeias carbônicas da glicose, ácidos graxos e aminoácidos são utilizadas para produzir energia no ciclo de Krebs. Foi evidenciado também, que a deficiência dessa vitamina tem efeito negativo no metabolismo mitocondrial, somado ao aumento do gasto energético pela célula (NRC, 2011)

Influência negativa no funcionamento do organismo também foi descrito para outras vitaminas do complexo B. Os sinais de deficiência de piridoxina, como anorexia, foram observados entre a terceira e sexta semana, em alevinos de tilápia híbrida com dietas com baixo nível dessa vitamina (Shiau e Hsieh, 1997). Da mesma forma para truta e salmão, porém com dietas deficientes em niacina, os animais apresentaram redução no crescimento, piora na conversão alimentar, lesões intestinais, lesões abdominais e aumento na taxa de mortalidade (Mclaren, *et al.*, 1947).

Dentre as vitaminas do complexo B, temos ainda a colina. Essa é responsável pela integridade celular, transporte de lipídios e síntese de metionina, esse último um aminoácido limitante para os animais (Fernandes Junior *et al.*, 2010). Esses mesmos autores avaliaram diferentes níveis de inclusão de colina para a tilápia, (100, 200, 400, 600, 800, 1000 e 1200mg de colina/kg da ração) e não foi encontrado diferença no ganho de peso, conversão alimentar, porcentagem de extrato etéreo no filé e no fígado.

Em outro estudo, com o objetivo de avaliar a suplementação de vitamina B6 (piridoxina) em dietas para larvas de jundiá (*Rhamdia voulezi*), foram testados os níveis de 5,0; 10,0; 20,0; 40,0 e 80,0mg de vitamina B6/kg de ração. Também não foi verificada influência dos níveis de suplementação de vitamina B6 na dieta para o peso final médio e sobrevivência das larvas (Freitas, *et al.*, 2010). Essa ausência de efeito da suplementação dessas vitaminas nas respostas fisiológicas foi atribuída pelos autores, ao fato das dietas basais já possuírem quantidade de colina e piridoxina que suprem as necessidades dos peixes, pois as rações a base de farelo de soja e farelo de trigo, contém quantidades consideráveis dessas duas vitaminas.

Ketola (1976) utilizando alevinos de truta de peso médio inicial de 5g alimentados com dietas contendo níveis crescentes (0, 500, 1.000, 2.000 e 4.000mg/kg de colina), verificou que a exigência de colina não é maior do que 1.000mg/kg da dieta. Entretanto, trutas alimentadas com dietas deficientes em colina apresentaram coloração amarelada, anemia e abdome alargado (Kitamura, *et al.*, 1967) deixando claro a essencialidade da colina em rações para peixes.

Os peixes não possuem a capacidade de sintetizar a vitamina B, entretanto, algumas bactérias que colonizam o trato digestivo são capazes de sintetizar vitamina B12 em quantidades consideráveis. Sugita, *et al.*, (1991) avaliaram a habilidade de produção de vitamina B12 pela microflora intestinal de seis espécies de peixes de água doce (*Anguilla japonica*, *Ictalurus punctatus*, *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Japanese eel*, *Carassius auratus*). Os resultados demonstraram a atividade de inúmeras bactérias aeróbicas e anaeróbicas capazes de sintetizar vitamina B12, sendo a principal produtora a *Bacteroides* tipo A e, em menor escala *Aeromonas* e *Clostridium*.

Entretanto, a síntese de vitamina B12 pelas bactérias do trato digestivo ocorre em quantidade limitada, pois dietas com baixa quantidade de vitamina B12 resultaram em redução no crescimento e alterações no hematócrito (John e Mahajan, 1979), indicando que a necessidade dessa vitamina



não é suprida totalmente pela síntese da microflora intestinal.

### VITAMINA C

A vitamina C participa de inúmeros processos fisiológicos nos animais, tais como; a síntese de colágeno, conferindo maior resistência à fibra, o metabolismo do ferro, transformando-o do estado férrico para o estado ferroso, e na síntese de carnitina a partir da lisina e metionina (Lehninger *et al.*, 1995). Atua ainda na conversão do ácido fólico para folínico e pode minimizar a ação de radicais livres, evitando a desestabilização da membrana lipídica (Chien e Hwang, 2001).

Apesar de sua extrema importância para o bom funcionamento do organismo, os peixes não são capazes de sintetizar a vitamina C (ácido ascórbico), em virtude da ausência da enzima L-gulonolactona oxidase (Lovell, 1998). Essa incapacidade determina a necessidade de suplementação em quantidades adequadas desta vitamina na dieta, para suprir as necessidades metabólicas (Lovell, 1998).

Quando se trata de adição de ácido ascórbico em alimentos para organismos aquáticos, um dos grandes problemas enfrentados é a instabilidade dessa vitamina (Fracalossi e Cyrino, 2012). Cerca de 20% do ácido ascórbico adicionado às rações para aquicultura são degradados durante o processamento e armazenagem da mesma (Eva, *et al.*, 1976). Segundo Figueiredo *et al.*, (2009), a vitamina C presente nas rações de peixes são facilmente lixiviadas e degradadas pela luz e altas temperatura. Nesse aspecto, esses autores recomendaram o armazenamento em locais de baixa luminosidade, e baixa temperatura, e também a utilização de formas protegidas de ácido ascórbico para diminuir a lixiviação.

Assim, novos componentes têm sido investigados para o uso em alimentação de organismos aquáticos (Fracalossi e Cyrino, 2012). Os derivados fosforados de ácido ascórbico, como o ascorbil polifosfato, é uma das fontes de vitamina C utilizada na alimentação de peixes pela eficácia para várias espécies e boa estabilidade durante o processamento e estocagem de alimento seco e úmido (Lovell, 1989).

Os principais sinais clínicos de deficiências de vitamina C em peixes são: reduzida taxa de crescimento, aumento da taxa de mortalidade, lordose e escoliose, má formação do colágeno, exoftalmia, fragilização do sistema capilar, hemorragias intramusculares e externas, edemas, anemia, perda de apetite, redução da resistência imunológica (Wilson e Poe, 1973).

Outros sinais como anorexia, movimentos convulsivos e irritabilidade (Mahajan e Agrawal, 1980), erosão da nadadeira caudal (Lim e Lovell, 1978), letargia e empalidecimento das brânquias (Navarre e Halver, 1989), deformidades no opérculo e nas lamelas das brânquias (Gapasin *et al.*, 1998), escurecimento da pele (Teskeredzic *et al.*, 1989) também são associados a deficiências de vitamina C. Li e Lovell (1985) relataram que o aumento de suplementação de vitamina C na dieta do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) reduziu significativamente a mortalidade. Os autores também observaram que níveis excessivamente elevados de suplementação provocaram altas taxas de mortalidade para esta espécie e que a exigência de peixes jovens é maior que peixes adultos.

Entre as espécies produzidas pela piscicultura, a tilápia se destaca em todos os aspectos, inclusive nas informações relacionadas à suas exigências nutricionais. Cavichiolo *et al.* (2002) concluiu que é desnecessário o uso de vitamina C em níveis superiores a 300mg/kg de ração, sendo que essa quantia atinge os níveis ótimos para a exigência nutricional de alevinos de tilápia. Nsonga *et al.*, (2009) relataram que a quantidade de vitamina C necessária para o crescimento normal da tilápia é de 51mg/kg de ração. Entretanto, a determinação das exigências de ácido ascórbico, pode estar relacionada à presença de fatores estressantes, taxa de crescimento, tamanho do animal outros nutrientes (Halver, 1989), que podem variar bastante de um experimento para outro.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é o período reprodutivo da espécie, pois os reprodutores necessitam de uma alimentação diferenciada. A vitamina C esta envolvida nos processos de vitelogenese,



espermatozoides e na embriogênese, assim, entende-se que um bom estado nutricional desta vitamina no organismo é essencial para um desempenho reprodutivo satisfatório (Masumoto *et al.*, 1991). Vale ressaltar, que a dieta dos reprodutores não deve atender somente as exigências nutricionais ou o desenvolvimento gonadal, mas também o desenvolvimento embrionário após a desova.

Soliman *et al.* (1986) realizaram um experimento onde reprodutores de tilápia mossambica foram alimentados com dietas com e sem suplementação de ácido ascórbico, sendo suas progêneses alimentadas posteriormente também com dietas com e sem suplementação. Conforme os resultados apresentados, a suplementação de ácido ascórbico na dieta de reprodutores resultou na transferência da vitamina C através dos ovos. Também foi observada uma melhora dos sinais de deficiência em ácido ascórbico durante os primeiros de vida das pós-larvas.

Mataveli *et al.*, (2007) avaliaram o efeito da suplementação de vitamina C (0, 75, 150 e 225mg vitamina C/kg de ração) na qualidade do sêmen em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Esses autores observaram que a motilidade progressiva aumentou linearmente com adição de vitamina C, sendo recomendada a inclusão de 225mg de vitamina C/kg de ração para machos de tilápia. Entretanto, o volume do sêmen e a concentração espermática não foram afetados pelos níveis de vitamina testados.

De maneira geral, a grande maioria dos trabalhos realizados com a vitamina C, tiveram a finalidade de verificar o efeito dessa vitamina no sistema imunológico e resistência ao estresse dos peixes. Hardie *et al.*, (1991) para o salmão (*Salmo salar L.*), Mello *et al.*, (1999) com alevinos de piauçu (*Leporinus*

*obtusidens*); Borba *et al.*, (2007) para o jundiá (*Rhamdia quelen*); Martins *et al.*, (2008), para alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*); Gao *et al.*, (2013) na redução do estresse oxidativo de juvenis de *Pagrus major*.

Li e Lovell (1985) submeteram alevinos de bagre do canal a dietas contendo de 0 a 3000mg de vitamina C/kg ração até que os sinais externos de escorbuto foram observados nos peixes alimentados com dieta deficiente. As taxas de mortalidade dos peixes infectados experimentalmente com *Edwardsiella ictaluri*, diminuiu com o aumento de doses de ácido ascórbico na dieta, não sendo observado mortalidade para peixes alimentados com 3.000 mg de ácido ascórbico/kg ração.

Falcon, *et al.*, (2007), avaliaram o desempenho produtivo e os parâmetros fisiológicos de tilápias alimentadas, durante 112 dias, com dietas preparatórias para o inverno, formuladas com diferentes níveis de lipídeo e vitamina C. Foi observado que a concentração de vitamina C no fígado é proporcional à concentração na dieta, porém, em virtude da capacidade de reserva desse órgão, a quantidade de 600mg de vitamina C/kg da dieta mostrou-se economicamente adequada e a ausência de vitamina C prejudicou a produção de eritrócitos e a síntese de colágeno.

Conforme o apresentado na revisão de Woodward (1994) as necessidades de vitamina C para salmonídeos está entre 50 e 400mg de vitamina C/kg da dieta. Para promover o crescimento dos animais, em condições ideais o requerimento de vitamina é menor. Entretanto, para obter ganho de peso máximo e evitar a patologia nas condições adversas do cultivo, o requerimento de vitamina C tendeu a aumentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAR, E.C.; KIRNON, V.; SATOH, S. *et al.*, Influence of various dietary synthetic carotenoids on bio-defense mechanisms in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, **Aquacultura Research**, n. 32, p. 162-173, 2001.

AOE, H.; MASUDA, I.; MIMURA, T. *et al.*, Requirement of young carp for vitamin A. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 34, p. 959-964, 1968.



BACCONI, B. D.F.; CATHARINO, R.R.; GODOY, H.T., et al., Vitamin A in diets for Nile tilapia. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 751-756, 2009.

BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R., et al., Nutrição e saúde de peixes. **II Colégio Latino Americano de Nutrição Animal** – Clana. CD-Rom, 2006.

BORBA, M. G.; FRACALOSSO, D. M.; FREITAS, F. A., Efeito da suplementação de vitamina C na suscetibilidade de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*), ao ectoparasita *Ichthyophthirius multifiliis*, **Acta Scientiarum: Animal Science**. Maringá, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2007.

BROWN, P.B.; ROBINSON, E.H. Vitamin D studies with channel catfish (*Ictalurus punctatus*) reared in calcium-free water. **Comparative Biochemistry Physiology**, 103A, 213–219, 1992.

CALMAN, K. Nutrition and bone health with particular reference to calcium and vitamin D: Report of the Subgroup on Bone Health (Working Group on the Nutritional Status of the Population) of the Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy. **London**, United Kingdom: The Stationary Office. 1998.

CAVICHIOLO, F.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P., et al., Níveis de suplementação da vitamina C na ração sobre a ocorrência de ectoparasitas, sobrevivência e biomassa em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**. v. 24, n. 4. p. 957-964, 2002.

CHEN, H.Y.; WU, F.C.; TANG, S.Y., Thiamin requirement of juvenile shrimp (*Penaeus monodon*). **Journal Nutrition**, v. 121, p. 1984-1989, 1991.

CHIEN, R.G.; HWANG, D.F., Effects of thermal stress and vitamin C on lipid peroxidation and fatty acid composition in the liver of thornfish *Terapon jarbua*. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.128, p.91-97, 2001.

CORREIA, L.F.M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M., Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas, **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.19, n.1, p. 83-95, 2008.

DUGENCI, S.K.; ARDAB, N.; CANDANA, A. Some medicinal plants as immunostimulant for fish. **Journal of Ethnopharmacology**, Leiden, 88(1): 99-106. 2003.

EVA, J.K.; FIFILED, R.; RICKETT, M., Decomposition of supplementary vitamin C in diets compounded for laboratory animals. **Laboratório Animal**, São Paulo, v.10, p.157-159, 1976.

FALCON, D. R.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E., Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.5, p.1462-1472, 2007.

FERNANDES JUNIOR, A.C.; PEZZATO, L.E.; GUIMARÃES, I.G.; et al., Resposta hemática de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas suplementadas com colina e submetidas a estímulo por baixa temperatura. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, p.1619-1625, 2010.

FERNANDEZ-PALACIO, H.; IZQUIERDO, M. S.; ROBAINA, L., Efecto de distintas dietas para reproductores de Doradas (*Sparus aurata*) sobre la calidad de sus puestas, **Informes técnico do instituto de Canarias de Ciência marinha**, 2005.





FIGUEIREDO, R.G.; CAVALHEIRO, J.M.O.; BRASILEIRO, O.L. *et al.*, Composição e cinética de degradação do ácido ascórbico em rações para aquicultura, **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1153-1158, 2009.

FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P., Livro, Nutriaqua, nutrição e alimentação para espécies de interesse para a aquicultura brasileira, 2012.

FREITAS, J. M. A.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W. R. *et al.*, Suplementação de vitamina B6 em dietas para larvas de jundiá *Rhamdia voulezi*, **I Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável (I ANISUS)**, Chapecó, SC. 2010.

GAO, J.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M. *et al.*, Effect of dietary oxidized fish oil and vitamin C supplementation on growth performance and reduction of oxidative stress in Red Sea Bream (*Pagrus major*), **Aquaculture Nutrition**, v. 19, p.35-44, 2013.

GAPASIN, R.S.J.; BOMBEO, R.; LAVENS, P. *et al.*, Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. **Aquaculture**, v.162, p.269-286. 1998.

HALVER, J.E. The vitamins, In: HALVER, J.E. (Ed.) **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, cap.2, p.31-109, 1989.

HARDIE, L.J.; FLETCHER, T.C.; SECOMBES, C.J. The effect of dietary vitamin C on the immune response of the Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) **Aquaculture**, v. 95, p. 201-214. 1991.

HEMRE, G.I; DENG, D.F.; WILSON, R.P. *et al.*, Vitamin A metabolism and early biological responses in juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) fed graded levels of vitamin A, **Aquaculture**, v. 235, p. 645-658. 2004,

HILTON, J.W., Hypervitaminosis A in rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Toxicity signs and maximum tolerable level. **Journal of Nutrition**, v. 113, p. 1737-1745. 1983.

IZQUIERDO, M.S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J., Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, v.197, p. 25-42. 2001.

JONHN, M. J.; MAHAJAN, C. L., The physiological response of fishes to deficiency of cyanocobalamin and folic acid, **Journal of Fish Biology**. v.14, p.127-133. 1979.

KATSUYAMA, M.; MATSUNO, T., Carotenoid and vitamin A, and metabolism of carotenoids, carotene, canthaxanthin, astaxanthin, zeaxanthin, lutein and tunaxanthin in tilapia. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 90, p. 131-139, 1988.

KETOLA, H.G., Choline metabolism and nutritional requirement of lake trout (*Salvelinus namaycush*). **Journal Animal Science** ., v.43, p. 474-477, 1976.

KITAMURA, S.; SUWA, T.; OHARA, S. *et al.*, Studies on vitamin requirements of rainbow trout. II. The deficiency symptoms of fourteen kinds of vitamins. Bull. Japan. **Society Science Fisheries**, p. 33-1120. 1967.



LAUNER, C.A.; TIEMEIER, O.W.; DEYOE, C.W., Effects of dietary addition of vitamins C and D3 on growth and calcium and phosphorus content of pond-cultured channel catfish. **Progressive Fish-culturist.**, v. 40, p.16–20, 1978.

LEE, K.S.; YUEN, K.H.; NG, W.K., Deposition of tocopherol and tocotrienol in the tissues of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*, fed vitamin E-free diets supplemented with different plant oils, **Fish physiology and biochemistry**, V. 39, P. 0920-1742, 2013.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. 1995, **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Savier, 1152p.

LI, Y.; LOVELL, R. T., Elevated Levels of Dietary Ascorbic Acid Increase Immune Responses in Channel Catfish. **The Journal of Nutrition**. v. 115: p. 123-131. 1985.

LIM, C.; LOVELL, R.T., Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **The Journal of Nutrition**, v.108, p.1137-1146, 1978.

LOCK, E.J.; WAAGBO, R., WENDELLAAR, B.S. *et al.*, The significance of vitamin D for fish: a review, **Aquaculture Nutrition**, v. 16, p. 100-116, 2010.

LOVELL, R. T., New sources of vitamin C for fish feeds, **Aquaculture**, v.15, n. 2, p. 65-66, 1989.

LOVELL, R.T., Nutrition and feeding of fish. 2.ed. **Assachusetts:Academic Press**, p. 267, 1998.

MAHAJAN, C.L.; AGRAWAL, N.K., Nutritional requirement of ascorbic acid by indian major carp, *Cirrhina mrigala*, during early growth. **Aquaculture**, v.19, p.37-48, 1980.

MARTINSI, M.L; MIYAZAKIII, D.M.Y.; MORAESIII, F.R. *et al.*, Vitamin C and E supplemented diet influences the acute inflammatory response in Nile tilapia, **Ciência Rural**, v.38, n.1. 2008.

MASUMOTO, T.; HOSOKAWA, H.; SHIMENO, S. Ascorbic acid's role in aquaculture nutrition., **In: Aquaculture feed processing and nutrition workshop, Thailand and Indonesia**. Proceedings... Singapore: American Soybean Association, 1991. Editado por D. M. Akiyama, R. K. H. Tan. 1991.

MATAVELI, M.; MORAES, G.V.; STREIT JR., D.P. *et al.* Avaliação da qualidade do sêmen de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Chitralada, suplementada com diferentes concentrações de vitamina C. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.33, n.1, p.1-7, 2007.

MCLAREN, B. A.; KELLER, E.; O'DONNELL, D. J. *et al.*, The nutrition of rainbow trout. I. Studies of vitamin requirements. **Archivos Biochem, Biophys**. p. 15:169. 1947.

MELLO, R, F.; MOURA, M.A.M.; VIEIRA, I. *et al.*, Suplementação da dieta de alevinos de piaçu (*Leporinus obtusidens*) com vitamina C, **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1223-1231. 1999.

NAVARRE, O.; HALVER, J.E., Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. **Aquaculture**, v.79, p.207-221. 1989.

NG, W.K.; WANG, Y.; KETCHMENIN, P. *et al.*, Replacement of dietary fish oil with palm fatty acid distillate elevates tocopherol and tocotrienol concentrations and increases muscle oxidative stability in the muscle of African catfish, *Clarias fairorepinus*. **Aquaculture**, v. 233, p. 423–437. 2004.



NRC (National Research Council), **Nutrient Requirements of Coldwater Fishes**, National Academy Press, Washington, 1981.

NRC (National Research Council), **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington, 2011.

NRC (National Research Council), **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academy of Science. 1993.

NSONGA, A. R.; KANG'OMBE, J.; MFITILODZE, W. *et al.* Effect of varying levels of dietary vitamin C (ascorbic acid) on growth, survival and hematology of juvenile tilapia, *Oreochromis karongae* (Trewavas 1941) reared in aquária. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 17-23. 2009.

ØRNSRUD, R.; GRAFF, L.E.; HØIE, S. *et al.*, Hypervitaminosis A in first- feeding fry of the Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). **Aquaculture Nutrition** v. 8, p. 7-13, 2002.

SHIAU, S.Y.; HSIEH, HL., Vitamin B<sub>6</sub> requirements of tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* fed two dietary protein concentrations, *Fisheries Science*, v. 63, p. 1002-1007, 1997.

SHIAU, S.Y.; SHIAU, L.F., Re-evaluation of the vitamin E requirements of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). **Animal Science**, v. 72, p. 529-534, 2001.

SOLIMAN, A.K., JAUNCEY, K. AND ROBERTS, R.J., The effect of varying forms of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 52: 1986.

SUGITA, H. C.; MIYAJIM. A.; DEGUCHI, E. The vitamin B<sub>12</sub>-producing ability of the intestinal microflora of freshwater fish, **Aquaculture**. v.92, n. 26, p. 7-216. 1991.

TESKEREDZIC, Z.; TESKEREDZIC, E.; HACMANJEK, M., High mortality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry caused by deficiency of vitamins C and B<sub>2</sub> in commercial fish farms in Yugoslavia. **Aquaculture**, v.79, p.245-248. 1989.

WANG, Y.; YUEN, K.H, NG, W. K., Deposition of tocotrienols and tocopherols in the tissues of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*, fed a tocotrienol-rich fraction extracted from crude palm oil and its effect on lipid peroxidation. **Aquaculture** v.253, p.583-591, 2006,

WILSON, R.P.; POE, W.E., Impaired collagen formation in the scorbutic channel catfish. **The Journal of Nutrition**, v.103, p.1359-1364. 1973.

WOODWARD, B., Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids, **Aquaculture** v. 124, p. 133-168, 1994.